

SRECS
SISTEMAS ELÉCTRICOS / ELECTRÓNICOS PARA CONTROL SEGURO DE MÁQUINAS
SAFETY NOTE SN - 5051
SISTEMAS DE PARADA SEGURA PARA MÁQUINAS DE ALTO RIESGO

1. Máquinas que mutilan...

Sé que el título es muy duro, pero mucho más duro aún es ser mutilado por una máquina, **sólo porque alguien no se ha decidido aún a proveer los medios de reducción de riesgo necesarios** para que su operación sea segura...

Tal es el caso de muchas máquinas que se utilizan actualmente en la industria de nuestro país, entre las cuales, algunas de las más peligrosas, son las llamadas "Molinos" y "Calandras".

Estas máquinas, ampliamente utilizadas en las industrias de elaboración del caucho, del plástico y de sus derivados, constan de al menos dos rodillos de acero que giran en sentidos opuestos, triturando así el material (goma o plástico), que cae entre ellos, para producir una lámina o cinta de material que será posteriormente utilizada para la elaboración de distintos productos (por ejemplo, neumáticos).

Estas máquinas son tan peligrosas, que la Occupational Safety & Health Administration de los EUA (OSHA), prescribe, en su Norma 29 CFR-1910.216, "Mills and calenders in the rubber and plastics industries", **la utilización de múltiples dispositivos de protección que deben hacer detener "inmediatamente" los rodillos** (ver mayor detalle en el punto 2), cuando una persona pueda correr el riesgo de ser "tragada" por éstos.

Sin embargo, y a pesar de que la mayoría de estas máquinas viene provista por el fabricante con los dispositivos de protección requeridos por la OSHA, éstos, después de varios años de uso, suelen estar en muy malas condiciones de operación.

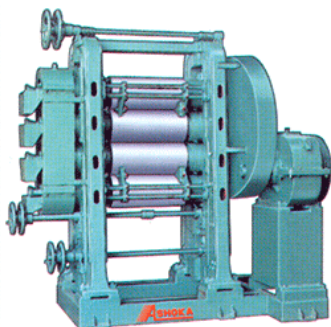
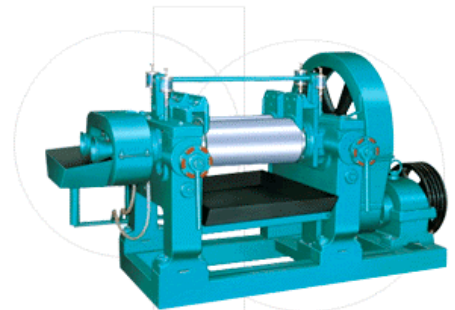
Sumado a esto, el circuito de comando usualmente provisto por el fabricante, no posee los diagnósticos necesarios para detectar las probables fallas del sistema de seguridad y brindar así una correcta prevención de accidentes, por lo cual **todo el sistema resulta obsoleto y muy peligroso**, toda vez que no hay peor situación de peligro que la de creer que se está protegido **cuando en realidad dicha protección no existe**.

Prueba de esto son los frecuentes accidentes que dejan, a operarios desprevenidos, sin una mano, o sin un brazo, sin contar los que pierden su vida en cada una de estas máquinas...

Encontraremos en esta nota una guía básica acerca de cómo implementar los necesarios Sistemas Eléctricos / Electrónicos para Control Seguro de Máquinas (SRECS), a fin de proveer los Niveles de Reducción de Riesgos necesarios para una operación confiable y segura de estas máquinas.

2. Molinos y Calandras de Goma

Debido a la forma de operación de estas máquinas, es imposible evitar que posean un alto nivel de riesgo inherente a su funcionamiento. La gran masa de sus cilindros (y la adherencia de la goma a los mismos), hacen que sea imposible detenerlos "inmediatamente", por lo cual la OSHA exige que, al menos, los cilindros se detengan lo más rápidamente posible en función de la velocidad tangencial de la superficie de los cilindros, para tratar de esta forma de minimizar un eventual daño físico al operador. Téngase en cuenta que un avance de más de 40 cm desde el momento en que a un operador se le haya "pegado" la mano sobre la goma, hará que éste pueda pasar, de perder un dedo, a perder el brazo completo...



Para lograr detener los rodillos en la forma más rápida que sea posible, se requerirá la utilización del llamado "sistema de frenado dinámico", que consiste en hacer que el motor, por medio de la utilización de resistencias o de la inversión del sentido de marcha (dependiendo del tipo de motor y del accionamiento que posea la máquina), se detenga

en forma controlada en el menor tiempo que permitan las características constructivas de la máquina, para después dejar la máquina totalmente desenergizada e imposibilitada de arrancar por sí sola.

Este tipo de parada es el que definen las Normas NFPA 79, IEC 60204 y EN418 como **Parada de Categoría 1**.

Es decir, no se trata sólo de conseguir un buen frenado desde el punto de vista mecánico, sino de hacer que toda la secuencia de parada sea segura.

Un problema fundamental a resolver, radica en obtener la reacción inmediata y confiable de los circuitos de disparo del sistema de frenado, es decir, de las "barras y sogas de seguridad" y del "pulsador de parada de emergencia", así como de los contactores de "alimentación del freno" y de "corte de energía" (al final del ciclo).

Después de muchos años de uso, estos dispositivos suelen estar deteriorados y, en su mayoría, no cumplen con los requisitos de seguridad que exigen las Normas al día de la fecha.

Aún en el caso en que estos dispositivos se actualicen, cambiando los originales de la máquina por otros más confiables y aprobados según las últimas exigencias, generalmente lo que no se cambia es el circuito eléctrico de actuación que vincula estos dispositivos, el cual, como veremos, es de fundamental importancia para lograr la parada de los rodillos en forma confiable y segura.

3. Circuitos tradicionales de arranque y parada en Molinos y Calandras de Goma

En la Figura No. 1 se muestra un circuito típico (simplificado), de arranque y parada de un Molino de Goma. Como puede observarse, no existe en éste una "parada normal" diferenciada de la "parada de emergencia". Cualquier elemento de la llamada "cadena de seguridad" hace que el "relé de parada" (RP) se desenergice, iniciando la detención por "frenado dinámico".

En este tipo de sistemas, cuando los motores pasan a funcionar como generadores (motor excitado pero sin alimentación de potencia), y se conectan resistencias (R) en los bornes donde estaba la alimentación, se produce la acción de frenado dinámico. El tiempo de frenado, en este tipo de

sistemas, dependerá del valor de "R" y de la impedancia del "generador", razón por la cual, para optimizar (llevar al mínimo), el tiempo de frenado, se ajusta el valor de "R" en forma empírica.

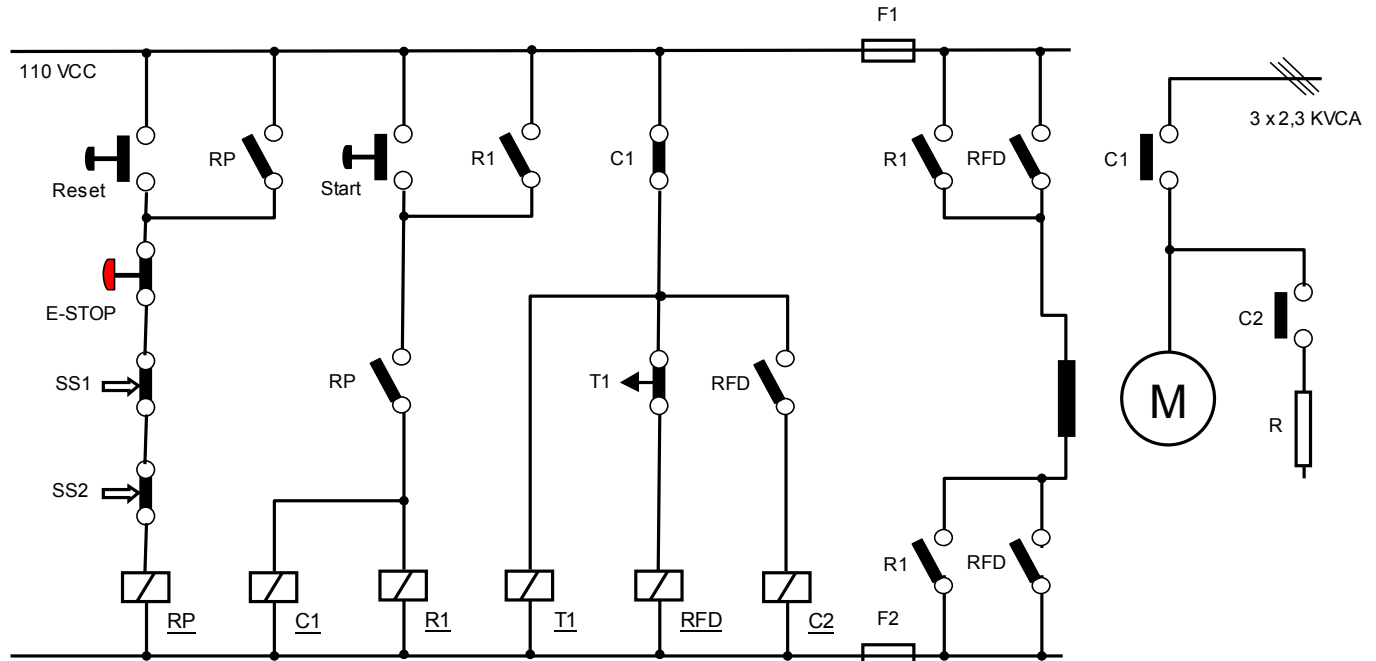


Figura No.1

Las principales causas de falla (y de accidentes!!!), en este tipo de circuitos, son las que impiden que el Molino se detenga, o que lo haga dentro del tiempo de seguridad apropiado.

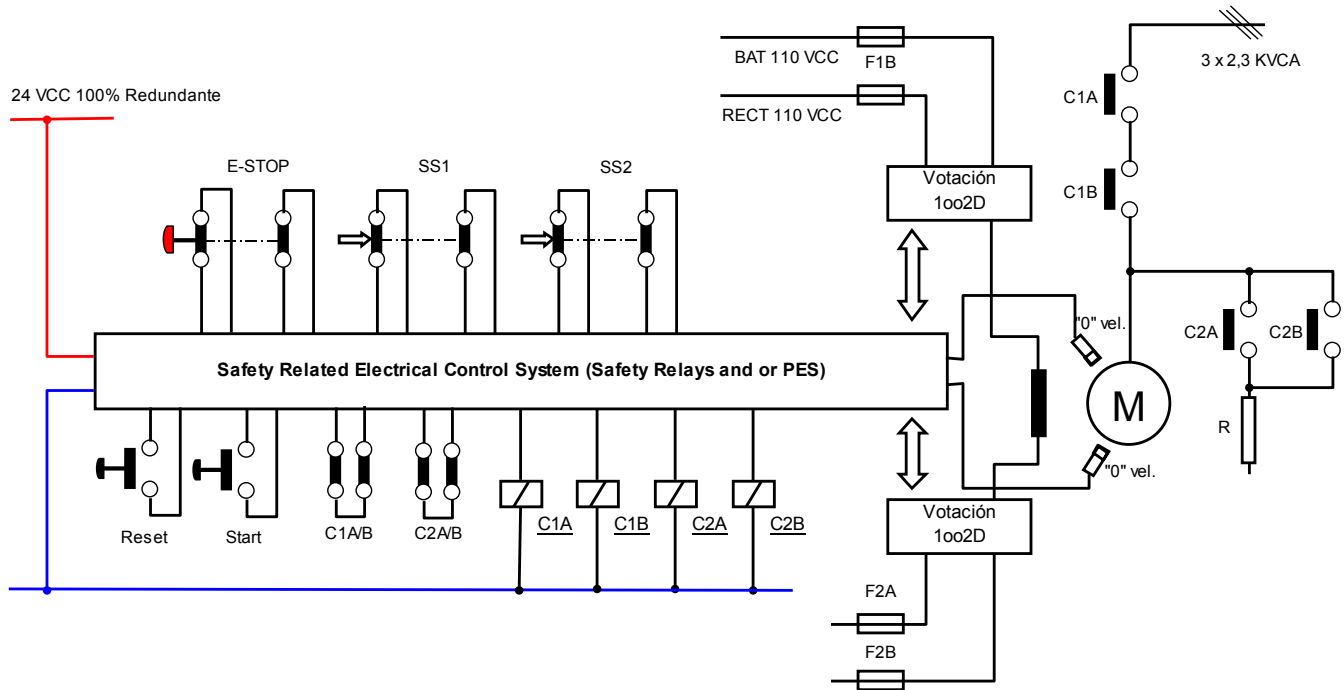
También pueden producirse accidentes porque el sistema quedó energizado luego de haberse detenida la máquina, produciendo, por ejemplo, el arranque inesperado del Molino.

En la Tabla No. 1 se enumeran algunas de las probables fallas para este tipo de circuitos, así como el peligro que estas fallas representan.

4. Sistema de Parada de Emergencia con Frenado Dinámico (Categoría 1 según IEC 60204), de Alta Integridad (Categoría de Seguridad 4 según ISO 13849)

A fin de subsanar la gran mayoría de los inconvenientes que se presentan en sistemas conectados según se muestra en la Figura No. 1, se muestra en la Figura No. 2 un circuito (simplificado) de un

Sistema Eléctrico/Electrónico de Control de Seguridad (SRECS), en el cual se reduce al mínimo la probabilidad de que se produzcan fallas peligrosas.



Si comparamos la Tabla No. 2 con la Tabla No. 1, veremos que este Sistema de Alta Integridad reduce al mínimo el peligro de operación de un Molino de Goma de este tipo, disminuyendo la cantidad de probables causas de falla en todo el circuito.

Sólo una de las 8 fallas peligrosas indicadas en la Tabla No. 1 no podrá evitarse, y esto es debido a un factor (el valor de R), que el sistema no podrá modificar en forma automática (sólo en sistemas con Variadores de Velocidad, el frenado podrá ser controlado automáticamente).

La probabilidad de esta falla, en este tipo de sistemas, sólo podrá reducirse por la ejecución de controles periódicos por parte del Depto. de Mantenimiento.

5. Conclusiones

Como decíamos al principio, no hay nada peor que creerse protegido y no saber que esa protección en realidad no existe...

A pesar de los esfuerzos del personal de mantenimiento de muchas empresas por mantener actualizadas y en perfecto funcionamiento este tipo de máquinas, la falta de conocimiento acerca de nuevas tecnologías para la prevención del funcionamiento peligroso de los circuitos, hace que la reducción de riesgo conseguida no sea suficiente como para evitar los accidentes que, lamentablemente, continúan sucediendo.

Es de vital importancia, pues, que el personal de mantenimiento sea adecuadamente informado acerca de estas tecnologías, así como acerca de su implementación, ya que son estas personas quienes están en la mejor posición para descubrir la existencia de este tipo de riesgos y para poder implementar los cambios necesarios.

Es muy importante también hacer conocer de la existencia de este tipo de sistemas (SRECS), a los Deptos. de Seguridad e Higiene de las empresas, ya que en sus manos se encuentra la responsabilidad legal por su implementación.

Esperemos haber contribuido, una vez más, a hacer que nuestra industria sea cada día más segura.

Ricardo A. Vittoni - FSS
Functional Safety Specialist

NOTA IMPORTANTE

Los esquemas eléctricos presentados en este documento son simplemente indicativos y no deberá asumirse que su sola implementación proveerá los niveles de reducción de riesgo necesarios para cada caso en particular. El Usuario del Sistema será responsable de hacer los cálculos de niveles de riesgo para cada aplicación, así como de diseñar los Sistemas de Protección que provean la reducción de riesgo necesaria.

Ricardo A. Vittoni - FSS

Nápoles 3139 - C1431DEA - Cdad. de Buenos Aires - Cel. (11) 15 4416-8977 - ravittoni@gmail.com

Tabla No. 1

(Ver Figura No. 1)

Falla	Resultado	Peligro
El contacto de seguridad del dispositivo accionado (E-STOP, SS1, SS2), se queda "soldado"	El Molino NO SE DETIENE a menos que pueda accionarse otro de los dispositivos de parada	Probabilidad MUY ALTA de AMPUTACIÓN
El accionamiento de RP se traba o el contacto de RP en serie con R1 se pone en "corto"	El Molino NO SE DETIENE	Probabilidad MUY ALTA de AMPUTACIÓN
El temporizador T1 se "cae" antes de tiempo	El Molino TARDA EN DETENERSE o se detiene SÓLO POR INERCIA	Probabilidad MUY ALTA de AMPUTACIÓN
El accionamiento de C1 se traba, por lo cual el contacto de potencia de C1 no abre y no trabaja RFD	El Molino se detiene SÓLO POR INERCIA	Probabilidad ALTA de AMPUTACIÓN
Se quema uno de los fusibles (F1 o F2) en el momento de iniciar el frenado, o uno de los contactos de RFD no cierra	El Molino se detiene SÓLO POR INERCIA	Probabilidad ALTA de AMPUTACIÓN
Un contacto de R1 o de RFD se queda "soldado"	Queda un extremo de la bobina de excitación con tensión	Una segunda falla podría llevar a una situación de peligro (por ejemplo que el molino ARRANQUE SOLO)
La bobina de C2 está quemada y/o su contacto de fuerza no cierra	El Molino se detiene SÓLO POR INERCIA	Probabilidad ALTA de AMPUTACIÓN
La Resistencia R no es del valor adecuado	El Molino TARDA EN DETENERSE	Probabilidad ALTA de AMPUTACIÓN

Ricardo A. Vittoni - FSS

Nápoles 3139 - C1431DEA - Cdad. de Buenos Aires - Cel. (11) 15 4416-8977 - ravittoni@gmail.com

Tabla No. 2

(Ver Figura No. 2)

Falla ANTERIOR	Resultado	Peligro
El contacto de seguridad del dispositivo accionado (E-STOP, SS1, SS2), se queda "soldado"	El Molino NO SE DETIENE a menos que pueda accionarse otro de los dispositivos de parada	El doble circuito NC supervisado EVITA esta falla
El accionamiento de RP se traba o el contacto de RP en serie con R1 se pone en "corto"	El Molino NO SE DETIENE	No se requieren ni R1 ni RP
El temporizador T1 se "cae" antes de tiempo	El Molino TARDA EN DETENERSE o se detiene SÓLO POR INERCIA	El SRECS utiliza temporizadores internos con alto nivel de integridad
El accionamiento de C1 se traba, por lo cual el contacto de potencia de C1 no abre y no trabaja RFD	El Molino se detiene SÓLO POR INERCIA	El agregado de un segundo contactor en serie permite el corte seguro e inhibe el re-arranque
Se quema uno de los fusibles (F1 o F2) en el momento de iniciar el frenado, o uno de los contactos de RFD no cierra	El Molino se detiene SÓLO POR INERCIA	Se provee doble alimentación y circuitos en Votación 1oo2D para evitar esta falla
Un contacto de R1 o de RFD se queda "soldado"	Queda un extremo de la bobina de excitación con tensión	Se provee doble alimentación y circuitos en Votación 1oo2D para evitar esta falla
La bobina de C2 está quemada y/o su contacto de fuerza no cierra	El Molino se detiene SÓLO POR INERCIA	El agregado de un segundo contactor en paralelo permite la conexión segura e inhibe el re-arranque
La Resistencia R no es del valor adecuado	El Molino TARDA EN DETENERSE	Probabilidad ALTA de AMPUTACIÓN